

## Positionspapier

# Energieforschungspolitik

Berlin, 4. Mai 2017

## Inhalt

<b>Einleitung</b>	<b>Seite</b>
<b>A. Anforderungen der Energieforschungspolitik</b>	
1. Rahmenbedingungen	4 - 6
2. Digitalisierung als neue Herausforderung	6 - 7
3. Verteilnetze als Rückgrat der Energiewende	7
4. Flexibilität als zentrales Element des künftigen Energiesystems	8 - 9
5. Transformation zu einem nicht-fossilen Energiesystem	9
<b>B. Bewertung von Forschungsfeldern durch die Energiewirtschaft</b>	
1. Priorisierung der Energieforschungsthemen	10 - 12
2. Bedeutung von Zukunftstechnologien	13 - 15
3. Forschungsprioritäten im Einzelnen	16 - 24
<b>Ansprechpartner</b>	25

## Einleitung

Anfang dieses Jahrzehnts haben das Energiekonzept und der Atomausstieg der Energiewende die entscheidenden Impulse gegeben. Schon damals war aber auch klar, dass die ehrgeizigen Ziele hinsichtlich Klimaschutz, Transformation der Stromerzeugung und Energieeffizienz nur erfüllt werden können, wenn neue Technologien und Technologiesysteme zur Verfügung stehen.

Ein wichtiger Schwerpunkt der Forschungspolitik der Bundesregierung ist daher die Energieforschung. Im August 2011 verabschiedete die Bundesregierung das sechste Energieforschungsprogramm, das den Gesamtrahmen der Forschungsförderung beschreibt. Von 2011 bis 2016 sind insgesamt Mittel von 4,7 Mrd. Euro für Forschung abgeflossen, davon drei Viertel für Energieeffizienz und Erneuerbare Energien. Die Ministerien BMWi, BMU und BMBF legten in diesem Zeitraum drei gemeinsame Förderinitiativen auf für die Forschungsgebiete Energienetze, Speicher und Energieeffiziente Stadt. Mit den Kopernikus-Projekten und den Schaufenster-Programmen Intelligente Energie (SINTEG) konnten weitere große und langfristige Forschungsvorhaben auf den Weg gebracht werden.

Der BDEW hat die Entwicklung seit 2011 intensiv begleitet. Der BDEW-Lenkungskreis Innovation/F&E veröffentlichte im Herbst 2011 ein Positionspapier zur Energieforschungspolitik mit Hinweisen zur Ausrichtung der Forschungspolitik und der Forschungsfelder. Insbesondere forderte das Positionspapier, die Systemsicht als Leitmotiv der Energieforschung zu verankern, Technologieoffenheit zu garantieren und dem Schlüsselfaktor Akzeptanz hohe Aufmerksamkeit zu widmen.

Seit 2011 hat die Energieforschung beträchtliche Fortschritte gemacht. Die Energiewende ist jedoch auch aus Forschungssicht ein Langfristprojekt, das stets nachjustiert werden muss. So wird zurzeit neuer Forschungsbedarf im Hinblick auf die Energiewende im Verkehr und im Wärmemarkt sichtbar (Stichwort Sektorkopplung). Auch ergeben sich durch die Möglichkeiten der Digitalisierung neue Ansätze für die Forschungspolitik in allen Technologiebereichen.

Der im BDEW für Forschungsfragen zuständige Lenkungskreis „LK Innovation/F&E“ hat eine Projektgruppe mit der Aktualisierung des Positionspapiers beauftragt, die aktuellen Herausforderungen der Energieforschungspolitik aufzuzeigen. Im ersten Teil des Papiers stehen die strukturellen Fragen der Forschungspolitik im Vordergrund. Im zweiten Teil werden die Ergebnisse einer Umfrage des BDEW zu den Forschungsprioritäten vorgestellt.

Berlin, Mai 2017

BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft

## **A. Anforderungen der Energieforschungspolitik**

### **1. Rahmenbedingungen**

Der Umbau der Energieversorgung stellt alle Akteure vor große Herausforderungen. Neben politischen und institutionellen Hindernissen steht das Erreichen der energiepolitischen Ziele auch vor der Schwierigkeit, dass Technologien und Systeme noch nicht verfügbar oder nicht wirtschaftlich sind. Aufgabe der Forschungspolitik im Rahmen der Energiewende ist es, die Entwicklung der technologischen und systemischen Voraussetzungen für eine sichere, kostengünstige sowie umwelt- und klimaverträgliche Energieversorgung zu fördern.

Die Energieforschung hat in den vergangenen Jahren bereits Einiges erreicht. Die Bundesregierung hat mit ihren Energieforschungsprogrammen und großen Forschungsvorhaben wie E-Energy die Arbeiten von Energiewirtschaft, Industrie und Wissenschaft wirksam unterstützt und auch initiiert.

Energiewirtschaft und Herstellerindustrie investieren dafür jährlich Beträge von über 3 Milliarden Euro in F&E. Diese privatwirtschaftlichen Aufwendungen werden durch die öffentliche Forschungsförderung wirksam unterstützt. Die Aufwendungen des Bundes für Forschungsförderung bei Energie lagen 2016 bei 876 Mio. Euro und sind im Vergleich zu 2011 um ein Drittel gestiegen. Mit den gemeinsamen Förderinitiativen, die seit 2012 für Energiespeicher, Zukunftsfähige Netze und Solares Bauen/Energieeffiziente Stadt gestartet wurden, werden wichtige Impulse für die Technologieentwicklung gesetzt. Um die Herausforderungen der Energiewende und den Transformationsprozess zu bewältigen, muss das Niveau der Forschungsförderung auch künftig hoch gehalten werden. Es sollte auch geprüft werden, ob das Instrument der steuerlichen Forschungsförderung zusätzliche Forschungsaktivitäten im Energiesektor anreizen kann.

Auch angesichts der großen finanziellen Beträge, die für die Forschungsförderung bereitgestellt sind, muss auf eine effiziente und abgestimmte Mittelverwendung geachtet werden. Die oben erwähnten gemeinsamen Initiativen der Ressorts zeigen, dass eine stringente Bündelung von Forschungsaktivitäten in diesen Fällen themenbezogen bereits erfolgt. Auch das Energieforschungsprogramm selbst hat den Anspruch, ressortübergreifend strategische und operationale Leitlinien für die Forschungspolitik zu ziehen. Dennoch könnte eine darüber hinausgehende, ständige Koordinierung der Forschungsziele und Förderungsschwerpunkte hilfreich sein, etwa in Form einer gemeinsamen Geschäftsstelle der mit Energieforschung befassten Ministerien.

Eine zentrale Prämisse der Forschungsförderung ist Technologieoffenheit. Alle Lösungsoptionen, die einen Zielbeitrag leisten können, müssen in einer marktbasierten Energieforschungspolitik Berücksichtigung finden. Technologieoffenheit erschließt die Gestaltungsspielräume, in denen Innovationen entstehen können. Forschungsförderung ist langfristig angelegt und darf nicht an aktuellen politischen Opportunitäten ausgerichtet werden.

Deutschland hat im Vergleich zu den EU-Staaten und zu außereuropäischen Nationen ein hohes Energiepreinsniveau. Die für die Energiewende notwendigen Investitionen werden zumindest kurz- bis mittelfristig die Kosten des Energiesystems weiter nach oben treiben. For-

schung und Innovationen tragen dagegen auf lange Sicht mit der Entwicklung effizienterer und damit kostengünstigerer Technologien auch zur Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit der Industrie bei und somit zur langfristigen Senkung der Energiepreise.

Das ist auch im Hinblick auf die hohe Exportorientierung der deutschen Volkswirtschaft von Bedeutung. Entstehen durch Innovationen und eine wettbewerbsfähige Industrie Leitmärkte bei Energietechnologien, so hilft das nicht nur, die energiepolitischen Ziele in Deutschland zu erreichen, sondern sie sind auch ein Beitrag zur globalen Energiewende und sichern gleichzeitig Beschäftigung und Wertschöpfung in Deutschland.

So wie für die Energiewirtschaft generell, sind auch für die Forschungsaktivitäten der Energieversorger ein verlässlicher energiepolitischer Rahmen sowie kohärente Ziele und Instrumente wichtig. Der F&E-Aufwand und -Erfolg darf nicht durch wechselnde politische und regulatorische Entscheidungen entwertet werden. Bei sprunghaften Änderungen des politischen und regulatorischen Umfelds besteht sonst die Gefahr, dass die Forschungsaktivitäten von Wissenschaft und Industrie sich als nutzlos erweisen und somit weitere Aktivitäten in diesem Sektor ausbleiben.

Von besonderer Bedeutung ist ein innovations- und investitionsfreundliches Umfeld. So zeigt sich z. B. bei den Stromnetzen, dass die Anreizregulierung Investitionen in innovative Netztechnologien eher hemmt und damit Effizienzfortschritte verhindert. Praxisbeispiele aus dem im Frühjahr 2016 veröffentlichten BDEW-Innovationsbericht "Netzinnovationen in Deutschland"<sup>1</sup> dokumentieren, dass dort, wo das Regulierungsregime in den vergangenen fünf Jahren wirtschaftliche Handlungsspielräume erlaubt und Innovationshemmnisse aufgehoben hat, effiziente, nachhaltige und systemstabilisierende Investitionen getätigt wurden. Sinnvoll ist auch, dass seit Herbst 2013 F&E-Aufwendungen von Netzbetreibern zumindest teilweise der Erlösobergrenze angerechnet werden können.

Derzeit bewegen sich die Energieversorger in einem wirtschaftlich schwierigeren Umfeld. Das kann zu nachteiligen Folgen für die F&E-Budgets der Unternehmen haben. Zum anderen beeinträchtigt diese Situation auch die Investitionsfähigkeit. Letztlich kommt es darauf an, dass die Energieversorger wirtschaftlich in der Lage sind, neue Technologien und Verfahren einzusetzen. Hinzu kommt, dass sinkende Margen und steigender Wettbewerbsdruck dazu führen, dass Risiken bei der Marktvorbereitung und -einführung nicht mehr wie früher übernommen werden können. Daher sollte überlegt werden, welche Formen der Unterstützung in der Markteinführungsphase eingesetzt werden können, um Innovationen schneller zu verbreiten.

Die Herausforderungen der Energiewende können wegen des intensiv regulierten Energiemarkts aber nicht allein mit technischen Innovationen gemeistert werden. Auch rechtliche und regulatorische Innovationen sind erforderlich. Um neben technischen Systemen auch spezifische rechtliche und regulatorische Rahmenbedingungen räumlich und zeitlich begrenzt weiterzuentwickeln und zu testen, kommen sog. Experimentierklauseln oder Regulatorische Innovationszonen infrage. Zentrale Anforderungen an solche Ausnahmeregelungen sind dabei,

---

<sup>1</sup> Abrufbar unter <https://www.bdeiw.de/internet.nsf/id/netzinnovationen-de?open>

dass sowohl Auswahl als auch Durchführung transparent und diskriminierungsfrei erfolgen, dem Forschungscharakter gerecht werden und zu keiner Wettbewerbsverzerrung führen. Experimentierklauseln weisen ein hohes Potenzial zur effizienten Weiterentwicklung des rechtlichen und regulatorischen Rahmens auf.<sup>2</sup>

Neben den technischen Fortschritten und den Möglichkeiten der Energiewirtschaft, diese einzusetzen und neue Geschäftsmodelle und Produkte zu entwickeln, kommt den Bürgern als Energieverbraucher eine zentrale Rolle für den Erfolg der Energiewende zu, z. B. im Mobilitäts- oder im Wärmemarkt. Daher ist es zu begrüßen, dass zahlreiche Energieforschungsprojekte sich mit der Frage befassen, welche Hemmnisse seitens der Konsumenten bestehen, z. B. bei Investitionen in energiesparende Anwendungen, und wie diese überwunden werden können. Dabei sollte sich die sozialwissenschaftliche Forschung nicht allein auf unmittelbar mit dem Energieverbrauch zusammenhängende Fragen der Relevanz und Akzeptanz beziehen, sondern darüber hinausgehend auch auf grundlegendere Aspekte der Lebensrealitäten der Bürger. Für tiefergehende und langfristige Beobachtungen dieser Entwicklungen könnte die Einrichtung eines Verbraucherpanels hilfreich sein, das empirische Fakten für die Erforschung von Verhaltensweisen, Einstellungen und Motiven bereitstellt.

## **2. Digitalisierung als neue Herausforderung**

Die Energiewende sorgt für eine hohe Dynamik in der Energiewirtschaft und bewirkt einen fundamentalen Wandel der gesamten Branche. Der Ausbau der Erneuerbaren Energien hat zu einem steigenden Dezentralitätsgrad der Versorgung geführt. Die dadurch auch steigende Volatilität der Energieerzeugung hat die Versorgungsaufgabe deutlich komplexer gemacht. Die technischen und prozessualen Möglichkeiten der Digitalisierung können dazu beitragen, Energieerzeugung, -transport und -verbrauch besser zu koordinieren und damit die Versorgung insgesamt effizienter und kostengünstiger zu gestalten. Die Herausforderungen der Digitalisierung gehen aber weit über die reine Versorgungsfrage hinaus.

Wie andere Branchen steht die Energiewirtschaft am Beginn einer digitalen Transformation. Die Treiber der Digitalisierung sind dabei neben den energiewirtschaftlichen Veränderungen die technologischen Entwicklungen, neue Geschäftsmodelle und veränderte Kundenbedürfnisse. Die Digitalisierung in der Energiewirtschaft wird sich als die Vernetzung von Anwendungen, Geschäftsprozessen sowie von Geräten auf Basis von Internettechnologien unter Verwendung von Sensoren und selbststeuernden Geräten zeigen.

Zunehmende Dezentralisierung und die Möglichkeiten der Digitalisierung schaffen aber auch Raum für neue Akteure. Dies zeigt u. a. die zunehmende Zahl von Start-ups im Energiebereich. Aber auch große (Digital-)Unternehmen wie Google, Apple oder Amazon engagieren sich in einzelnen Segmenten des Energiemarkts. Die Innovationskraft dieser Unternehmen und der Start-ups kann die Transformation unterstützen und beschleunigen.

---

<sup>2</sup> Für die Projekte im Rahmen der „Schaufenster Intelligente Energie“ (SINTEG) wird derzeit eine Verordnung vorbereitet, die Experimentierklauseln ermöglicht.

In der Digitalen Agenda für die Energiewirtschaft, die der BDEW im Mai 2016 veröffentlicht hat, stehen mit Wandel der Wertschöpfung, Kundenzentrierung und dem digitalen Unternehmen drei Handlungsfelder im Vordergrund. Als Querschnittsthemen definiert die Digitale Agenda die fünf Instrumente (Big) Data Analytics, Plattformen, interne Prozessdigitalisierung, Marktkommunikation und Branchenstandards sowie das Feld IT-Architektur, -Sicherheit und Datenschutz.

Aus F&E-Sicht gibt es aufgrund der Vielschichtigkeit und der Bandbreite der Digitalisierung viele Ansatzpunkte. Im Wesentlichen geht es um das Nutzbarmachen der Digitaltechnologien für die Vernetzung und Steuerung aller Akteure des Energiemarkts und aller Elemente des Energieversorgungsprozesses. Die Weiterentwicklung und Integration der IK-Technologien sowie Aspekte der Systemsicherheit und -zuverlässigkeit sind in diesem Zusammenhang von besonderer Wichtigkeit.

Wie bei Industrie 4.0 kann am Ende eine vollständig vernetzte Energie-Wertschöpfungskette stehen, in der alle Elemente von Planung, Beschaffung und Energieproduktion über Lieferung, Messung und Abrechnung bis hin zu Wartung in ein Echtzeitsystem zusammengeführt sind und gesteuert werden können. In den vom BMWi im Rahmen des Programms „Schaufenster Intelligente Energie – Digitale Agenda für die Energiewende“ (SINTEG) geförderten Modellregionen soll diese intelligente Vernetzung von Erzeugung und Verbrauch sowie der Einsatz innovativer Netztechnologien und Netzbetriebskonzepte entwickelt und erprobt werden. In den fünf SINTEG-Konsortien arbeiten über 200 Energieversorger, Industrieunternehmen, Forschungsinstitute und Hochschulen an solchen Lösungen.

### **3. Verteilnetze als Rückgrat der Energiewende**

Die Energienetze spielen für die Energiewende eine besondere Rolle. Die deutschen Übertragungs- und Verteilnetze sind in einem guten technischen Zustand. Dies trägt zu den auch im europäischen Vergleich sehr geringen Ausfallzeiten bei. Die Integration der Erneuerbaren Energien und die zunehmende dezentrale Energieerzeugung erfordern aber massive Investitionen in den Ausbau, Umbau und die Erneuerung der Energieinfrastruktur. Im künftigen Energiesystem werden die Verteilnetze die zentrale Rolle für eine sichere und effiziente Versorgung mit Energie spielen, indem sie mehr Informations- und Kommunikationstechnik und Leistungselektronik einsetzen, Flexibilitäten nutzen und die Kopplung der Energiesektoren unterstützen.

Im Hinblick auf diese Herausforderungen muss sich die Forschung auf den Anpassungsbedarf bei der Netzinfrastruktur konzentrieren und deren Ausrichtung auf die Einspeisung hoher Anteile erneuerbarer Energien durch neue Technologien und Konzepte vorantreiben. Das umfasst die Entwicklung alternativer Materialien und HGÜ-Technologien über intelligente Betriebsmittel bis hin zu neuen Verfahren der Netzplanung und Betriebsführung. Aber auch eine künftig wachsende Nutzung der Elektromobilität stellt die Verteilnetze vor Herausforderungen. Ungesteuertes Laden einer großen Zahl von Elektrofahrzeugen kann zu neuen oder auch höheren Lastspitzen führen, was sich negativ auf die Frequenz- und Spannungshaltung und auf die Belastung der Betriebsmittel auswirken kann.

#### **4. Flexibilität als zentrales Element des künftigen Energiesystems**

In dem zunehmend durch fluktuierende Erzeugung gekennzeichneten Stromversorgungssystem spielt die Anpassungsfähigkeit von Angebot und Nachfrage eine wichtige Rolle. Grundsätzlich kann der Ausgleich von Angebot und Nachfrage durch Flexibilität bei der Erzeugung, bei Speicherung und beim Verbrauch erreicht werden. Derzeit und auch in der näheren Zukunft sind noch ausreichende Flexibilitätsoptionen vorhanden, die aber unter den gegenwärtigen Rahmenbedingungen nicht alle wirtschaftlich eingesetzt werden können. Auch gibt es regionale Unterschiede. Bei den weiter wachsenden Anteilen der Erneuerbaren Energien kann unterstellt werden, dass Marktanreize dazu führen werden, dass weitere Flexibilitätsoptionen wirtschaftlich erschlossen werden. F&E muss dafür sorgen, dass Technologien und Systeme, die Flexibilität ermöglichen, zur Verfügung stehen.

Energiespeicher spielen hierbei eine zentrale Rolle. Gegenstand der Forschung sind chemische, elektrochemische, mechanische und thermische Speicher, bei denen sowohl technisch als auch im Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit Fortschritte erzielt werden müssen. Weiterhin müssen Fragen der Integration von Energiespeichern in das Versorgungssystem betrachtet werden.

Gerade bei Energiespeichern zeigt sich die Bedeutung verlässlicher energiepolitischer Rahmenbedingungen. Derzeit besteht Unklarheit über die künftige Behandlung von Speichern im Hinblick auf die Belastung mit Steuern, Abgaben und Umlagen. Dies führt zu Verunsicherung der Speicherbetreiber und verhindert Anreize für F&E-Aktivitäten in diesem Bereich. Der Abbau regulatorischer Hemmnisse und geeignete wettbewerbliche Standortbedingungen sind Voraussetzung auch für die Weiterentwicklung der Speichertechnologien.

Das Weißbuch der Bundesregierung zum Strommarkt hat unter dem Stichwort Sektorkopplung die Nutzung von (Überschuss-)Strom in anderen Sektoren thematisiert. Die Sektorkopplung ermöglicht die Verbindung des Strommarkts mit dem Wärmemarkt, dem Verkehrssektor sowie der Industrie und trägt zudem zur Schaffung von Flexibilität bei. Wenngleich hier viele Fragen noch offen sind, kann eine stärkere Nutzung von Strom über die Umwandlung in Wasserstoff, synthetisches Gas oder synthetische Kraftstoffe oder den direkten Einsatz für Wärmeerzeugung und Fahrzeugantriebe dazu beitragen, in diesen Sektoren fossile Energien durch erneuerbare Energien zu substituieren (Dekarbonisierung). Auch hier ist, insbesondere bei den Power-to-X-Technologien, noch Forschungsbedarf vorhanden, aber auch im Hinblick auf die Integration dieser Technologien in ein künftiges Versorgungssystem. Das regulatorische Umfeld, insbesondere die unterschiedliche Belastung der Energieträger mit Abgaben und Umlagen, erweist sich zurzeit noch als Hemmnis für die Entwicklung und den Einsatz von Sektorkopplungstechnologien.<sup>3</sup>

Bei der Erschließung der Flexibilitätspotenziale auf der Verbrauchsseite (Demand-Side-Management) sind vor allem wirtschaftliche Anreize von Bedeutung. Forschungsbedarf be-

---

<sup>3</sup> Siehe BDEW-Positionspapier „10 Thesen zur Sektorkopplung“, März 2017



steht u. a. bezüglich der Flexibilisierungsmöglichkeiten bei industriellen und gewerblichen Prozessen sowie im Gebäude/Quartier und der Gestaltung von Preis- und Tarifmodellen, die entsprechende Anreizstrukturen schaffen sollen. Weiter sind Flexibilisierungsmöglichkeiten im Haushaltssektor (insbesondere durch Wärme-Strom-Kopplung ermöglichte Flexibilität, u. a. durch Wärmepumpen und BHKWs) zu betrachten.

Auch hier wird deutlich, dass eine isolierte Betrachtung einzelner Wertschöpfungsstufen oder Sektoren abgelöst werden muss durch integrierte Ansätze zur Verknüpfung aller Anbieter von Flexibilität.

## **5. Transformation zu einem nicht-fossilen Energiesystem**

Im politischen Raum wird unter dem Stichwort Dekarbonisierung derzeit die beschleunigte Stilllegung konventioneller Kraftwerke diskutiert. Die Debatte spielt sich vor dem Hintergrund des Klimaschutzes ab. Auswirkungen auf das Versorgungssystem werden dabei meist auf die Fragen der verfügbaren Kapazitäten und erzeugbaren Strommengen beschränkt.

Das Herausnehmen konventioneller Kraftwerke aus dem Versorgungssystem führt aber auch zu technologischen Herausforderungen. Momentanreserve und Regelleistung, Blindleistung zur Spannungshaltung und Kurzschlussleistung zur Systemunterstützung im Fehlerfall werden heute von konventionellen Kraftwerken und Speichern bereitgestellt. Damit auch künftig diese Systemdienstleistungen zur Verfügung stehen, müssen neue technische Lösungen entwickelt werden (Stichwort „synthetische Schwungmassen“). Ein Teil der Systemdienstleistungen könnte bereits heute durch die Erneuerbaren-Anlagen erbracht werden. Die regulatorischen Voraussetzungen hierfür sind jedoch unzureichend. So kann Blindleistung grundsätzlich auch durch Erneuerbare Energien bereitgestellt werden. Es fehlen jedoch zurzeit noch entsprechende regulatorische Vorgaben oder finanzielle Anreize, die bestehenden Anlagen nachzurüsten.

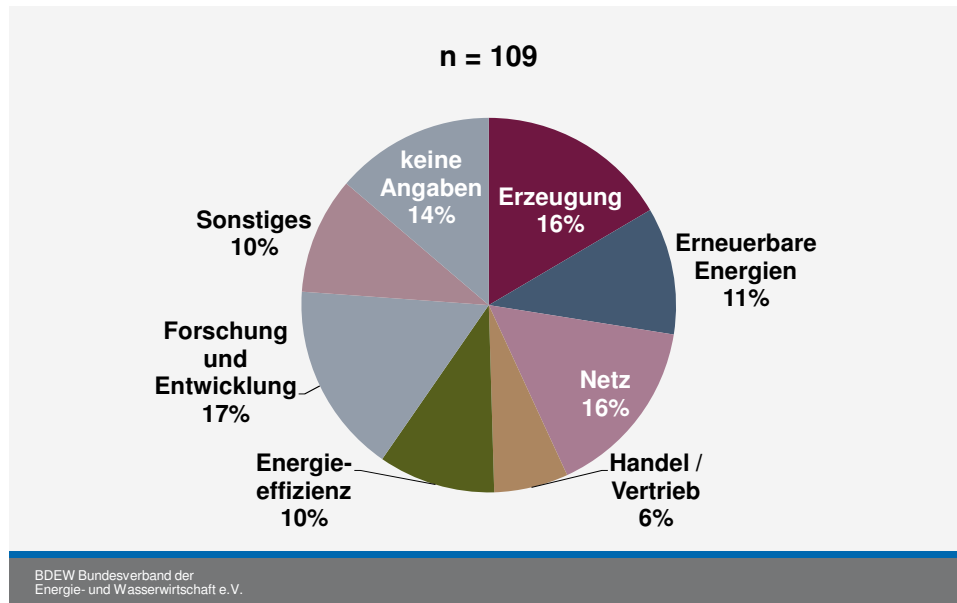
## **B. Bewertung von Forschungsfeldern durch die Energiewirtschaft**

Im September 2016 hatte der BDEW eine Expertenbefragung durchgeführt mit dem Ziel, Forschungsfelder der Energieversorgung zu priorisieren, auch im Hinblick auf Forschungsförderung, und somit Hinweise für die Weiterentwicklung des Energieforschungsprogramms der Bundesregierung zu erhalten.

Die Befragung erfolgte über einen Online-Fragebogen. Eingeladen waren Mitglieder von BDEW-Gremien (F&E, Netze, Erzeugung, Handel/Vertrieb, Energieeffizienz) sowie weitere Mitarbeiter von BDEW-Mitgliedsunternehmen. Insgesamt beteiligten sich an der anonym durchgeführten Online-Befragung 109 Personen aus verschiedenen Unternehmensbereichen.

Im Fragebogen waren 56 Forschungsthemen aufgelistet, die nach ihrer Wichtigkeit auf einer Skala von 1 (unwichtig) bis 5 (sehr wichtig) bewertet wurden. Weiterhin sollten die Teilnehmer die Relevanz von dreizehn kommenden Technologien für die Energiewirtschaft bewerten.

## Teilnehmer: Personen und Unternehmen

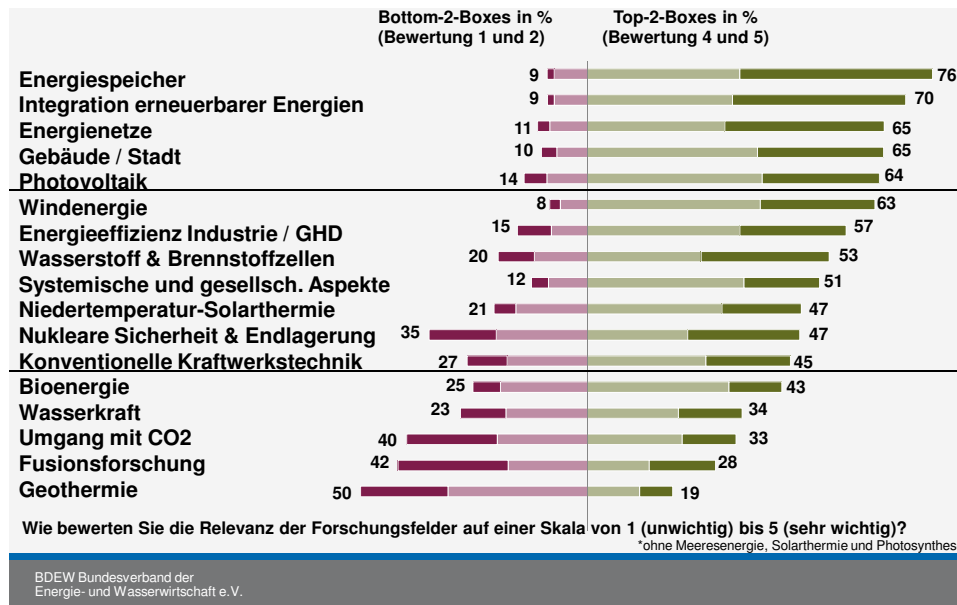


### 1. Priorisierung der Energieforschungsthemen

Der größte Teil der aufgeführten Systeme und Technologien erhält im Durchschnitt Bewertungen, die sich in der Spanne von 3 bis 4 (auf der Skala von 1=unwichtig bis 5=sehr wichtig) bewegen. Keines der 56 Forschungsthemen wird explizit als unwichtig bewertet.

Die Forschungsfelder, die (gemessen an den Anteilen der Bewertungen 4 und 5) am wichtigsten eingestuft wurden, sind Energiespeicher (76 %) und Integration Erneuerbarer Energien/regenerative Energiesysteme (70 %). Das Forschungsfeld Energienetze folgt mit einem Anteil der 4er- und 5er-Bewertungen von 65 %. Mit diesen die Themen werden also unmittelbar Umsetzungsfragen der Energiewende adressiert. Bei den Speicher-, Netz- und Integrationsaufgaben sollte nach Einschätzung der befragten Experten somit ein Schwerpunkt der Forschungsanstrengungen und der Forschungsförderung liegen.

## Rangliste der Forschungsfelder\*



Dabei lagen die Speichertechnologien als einzelnes Forschungsthema mit einem Anteil von 91 % der Bewertungen 4 und 5 an der Spitze aller 56 Positionen, Systemfragen im Zusammenhang mit Speichern waren das zweitwichtigste Einzelthema (85 %). Die Weiterentwicklung von Netzinfrastruktur und Netzbetrieb bei hohen Anteilen regenerativer Erzeugung folgt mit 80 % auf dem dritten Platz der Einzelthemen.

Forschung für Photovoltaik und Windenergie schnitten jeweils mit dem Wert von 64 bzw. 63 % zwar überdurchschnittlich ab, ihnen wird aber von den Befragten nicht die Bedeutung zugemessen wie den oben genannten Umsetzungsthemen. Die Forschung für Bioenergie wird mit 43 % im Vergleich als weniger wichtig eingestuft.

Effizienzthemen erhielten von den Experten gleichfalls eine hohe Priorität. Die Forschungsthemen rund um Gebäude und um die energieeffiziente Stadt stehen mit einem zusammengefassten Anteil von 65 % an vierter Stelle der Rangliste. Darunter fällt Forschung für dezentrale Energiesysteme sowie für Effizienzsteigerung auf Quartiersebene. Auch die Forschung für Effizienztechnologien in Produktionsprozessen werden mit 66 % 4er- und 5er-Bewertungen vergleichsweise hoch eingeschätzt. Dies zeigt die Bedeutung, die solchen Lösungen für das künftige Energiesystem zugesprochen wird.

Forschungsthemen mit niedrigen Bewertungen waren:

- CCS-Technologien
- Reaktorsicherheitsforschung
- Geothermie
- Meeresenergie
- Fusionsforschung

Die niedrigsten Einstufungen erfahren also solche Technologien, die in Deutschland nicht mehr eingesetzt werden bzw. die Politik und Öffentlichkeit mehrheitlich ablehnen oder auch Technologien, an die hinsichtlich der anstehenden Herausforderungen keine großen Erwartungen gestellt werden.

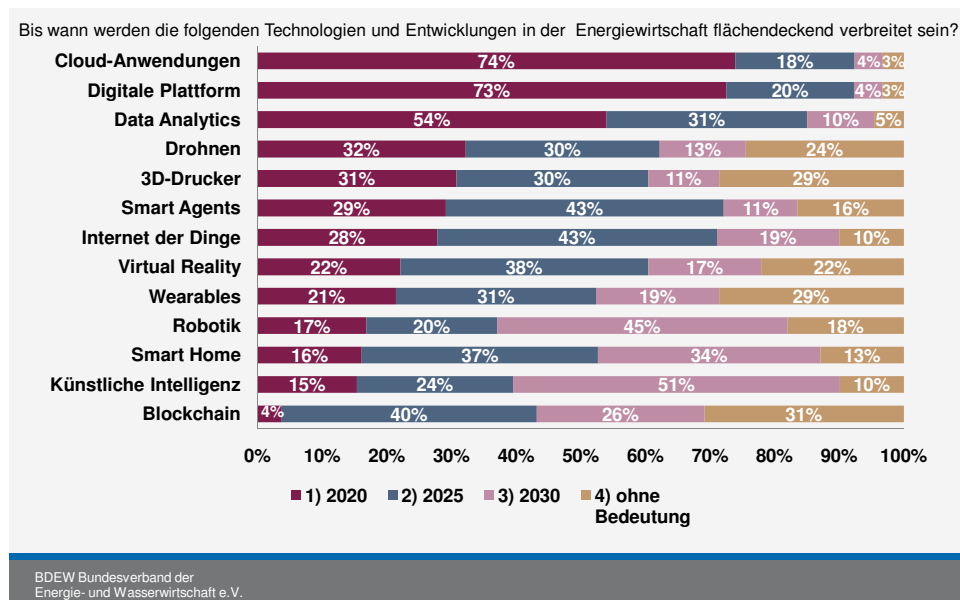
Ein differenziertes Bild zeigt sich bei den Themen der Nuklearforschung. Eine sehr hohe Priorität billigen die Experten der Endlagerforschung zu, hier gab es 74 % 4er- und 5er-Bewertungen. Auch Fragen der internationalen Kooperation und des Kompetenzerhalts werden vergleichsweise hoch eingeschätzt. Die Forschung in Reaktorsicherheit wird indes von den Befragten mit deutlicher Mehrheit als weniger wichtig eingestuft.

Auch für die Fusionsforschung ergeben die Experteneinschätzungen mehrheitlich eine geringe Priorität. Diese Beurteilung ist vor dem Hintergrund, dass hier noch reine Grundlagenforschung betrieben wird, durchaus erklärbar. Allerdings vergeben immerhin 28 % der Experten hier auch die Bewertungen 4 und 5, worin sich auch die langfristigen Erwartungen an die Kernfusion widerspiegeln.

## 2. Bedeutung von Zukunftstechnologien

Eine weitere Frage an die Experten sollte einen Ausblick auf Technologien, die zukünftig eine Rolle spielen könnten, geben. Für dreizehn Technologien und Anwendungen sollten die Befragten jeweils einschätzen, wann diese flächendeckenden Einsatz in der Energiewirtschaft finden werden. Nach Ansicht der Experten trifft dies bis 2020 bereits auf Data Analytics, Cloud-Anwendungen, digitale Plattformen und Smart Agents zu. Dies sind Technologien, die schon heute in vielen Unternehmen eingesetzt werden. Eine Verbreitung bis 2025 wird für Drohnen, 3-D-Drucker, das Internet der Dinge und Virtual-Reality-Anwendungen erwartet. Erst bis 2030 sehen die Experten Perspektiven für Smart Home, Blockchain, Robotik, künstliche Intelligenz und Wearables. Insbesondere die Erwartungen an die Blockchain-Technologie zum Zeitpunkt der Befragung (im September 2016) dürften sich in der Zwischenzeit geändert haben. So sind eine Reihe von Untersuchungen zur Blockchain in der Energiewirtschaft veröffentlicht worden, die die Potenziale der Technologie für die Energiebranche deutlich gemacht haben. Erste Energieversorger erproben die Blockchain-Technologie bereits, z. B. für die Abrechnung von Ladesäulen. Auch dadurch werden die Anwendungsmöglichkeiten dieser technologischen Entwicklung für weitere Unternehmen sichtbar und einschätzbarer.

### Rolle von Zukunftstechnologien



## Erläuterungen zu den abgefragten zukünftigen Technologien

**Digitale Plattformen**, wie Facebook oder Amazon, ermöglichen den Austausch von Daten und den Kauf oder Vergleich von Dienstleistungen. Ein Beispiel für die Energiewirtschaft ist Next Kraftwerke. Sie bieten eine Plattform, auf der sich Stromproduzenten und Stromverbraucher per Internet und GPRS vernetzen.

Durch Datenanalyse oder **Data Analytics** können relevante Geschäftsentwicklungen und Risiken schnell erkannt werden und ohne Zeitverzug strategische und operative Entscheidungen getroffen werden. Beispielsweise können aus unspezifischen Rohdaten Prognosen oder Hinweise für Verbesserungen in der Leistungsfähigkeit des Netzes gewonnen werden.

**Cloud-Anwendungen** machen IT-Infrastruktur (Hardware, Software) über das Internet verfügbar, ohne dass Installationen auf lokalen Computern erforderlich sind. Daten können so für verschiedene dezentrale Unternehmenseinheiten weltweit verfügbar gemacht werden.

**Smart Home** ist ein Sammelbegriff für vernetzte und intelligente Haustechnik und Haushaltsgeräte, die die Wohnqualität, Sicherheit und Effizienz steigern sollen.

**Virtual Reality** oder virtuelle Realität ist die Darstellung einer virtuellen Welt, welche computergeneriert ist. Ein Beispiel hierfür sind mobil optimierte Dokumentationen von Infrastruktur und Leitungsnetzen, kombiniert mit Bild- und Geodaten, welche den Arbeitsablauf vor Ort und die Reaktionszeit im Störfall verbessern. So können mithilfe von Datenbrillen (unterirdische) Leitungssysteme virtuell dargestellt, Montage- und Wartungsanleitungen eingeblendet oder Echtzeit-Informationen angezeigt werden.

**Blockchain** ermöglicht Transaktionen zwischen Anwendern über ein dezentrales Internetprotokoll. In der Energiewirtschaft könnte in Verbindung mit Blockchain-Techniken beispielsweise der Handel von Strom direkt vom dezentralen Hersteller zum Kunden abgewickelt werden.

**Drohnen** sind unbemannte Flugvehikel, welche ferngesteuert werden können. In der Energiewirtschaft können sie zum Beispiel Baustellen, PV-Anlagen oder Freileitungen überwachen und Schäden feststellen.

**3D-Drucker** ermöglichen das Ausdrucken von Gegenständen. Das Fraunhofer Institut hat beispielsweise ein massentaugliches 3D-Druckverfahren entwickelt, welches es ermöglicht kleinste metallische Präzisionsbauteile für Brennstoffzellen oder Wärmedämmungen herzustellen.

**Robotik** ist eine Technologie welche sich mit dem Design, der Konstruktion, der Automation und der Operation von Robotern beschäftigt. Anwendung finden diese beispielsweise in der Herstellung von Solarpanels. Auch die Automatisierung von IT-Prozessen wird durch Robotik ermöglicht.

**Künstliche Intelligenz (KI)** widmet sich der Erforschung und Anwendung intelligenter Computersysteme, welche ähnlich dem menschlichen Gehirn Probleme lösen können. Aktuell wird KI eingesetzt zur Mustererkennung, z. B. bei der Zählerstandserkennung. Denkbar sind auch Chat-Bots, die bei einfachen Fällen in der Kundenbetreuung eingesetzt werden können.

Das **Internet der Dinge** ermöglicht die selbständige Kommunikation von Gegenständen mit dem Internet. Ein Beispiel sind intelligente Thermostate im Smart Home.

**Wearables** sind am Körper tragbare Computertechnologien. Wearables, beispielsweise Datenbrillen oder Smartwatches, könnten in der Herstellung, Montage oder der Wartung wichtige technische Zusatzinformation anzeigen (siehe auch Virtual Reality).

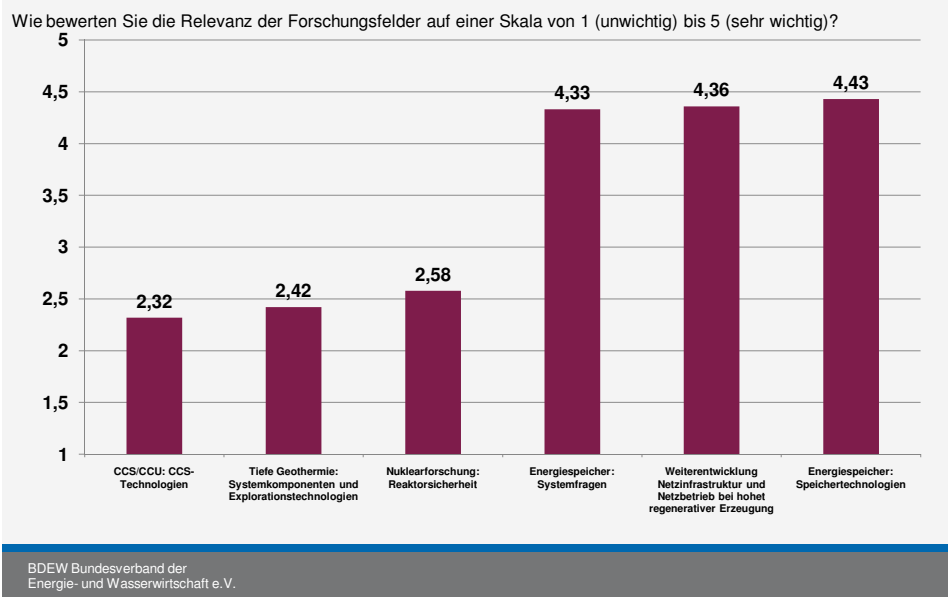
Ein **Smart Agent** sammelt Informationen und führt andere automatisierte Dienstleistungen ohne menschliche Präsenz durch (Maschine-zu-Maschine-Kommunikation). Ein bekanntes Beispiel hierfür ist der Kühlschrank, der automatisch Waren nachbestellt. Ein autonomer intelligenter Agent für Zuhause könnte analog Strompreise für Elektrogeräte oder das Elektroauto rund um die Uhr aushandeln und den erforderlichen Strom kaufen.

### 3. Forschungsprioritäten im Einzelnen

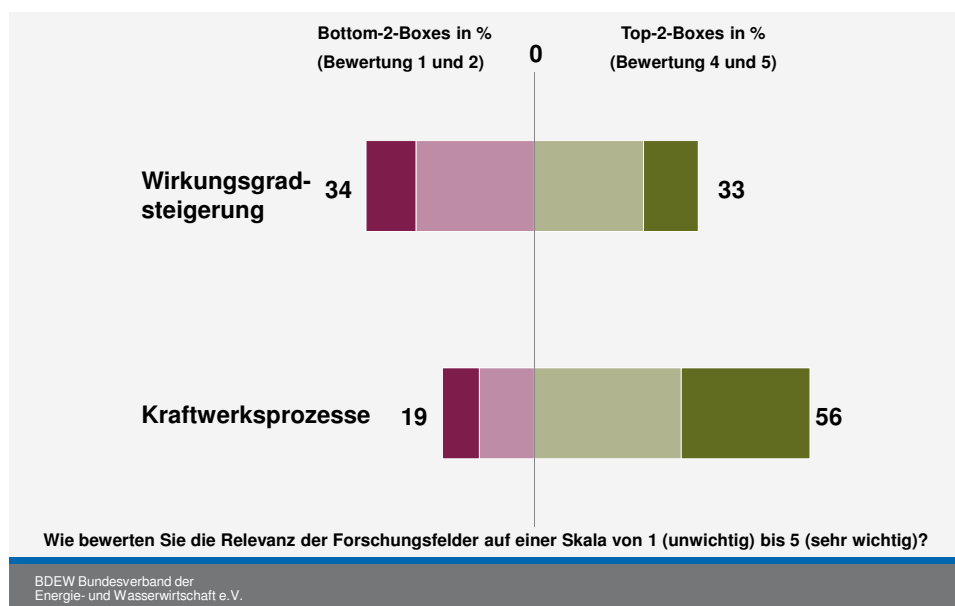
Im Einzelnen hat die Umfrage für die abgefragten 56 Forschungsthemen folgende Ergebnisse gezeigt:

#### Forschungspräferenzen – höchste und niedrigste Werte

Mittelwerte der Bewertungen der einzelnen Technologien

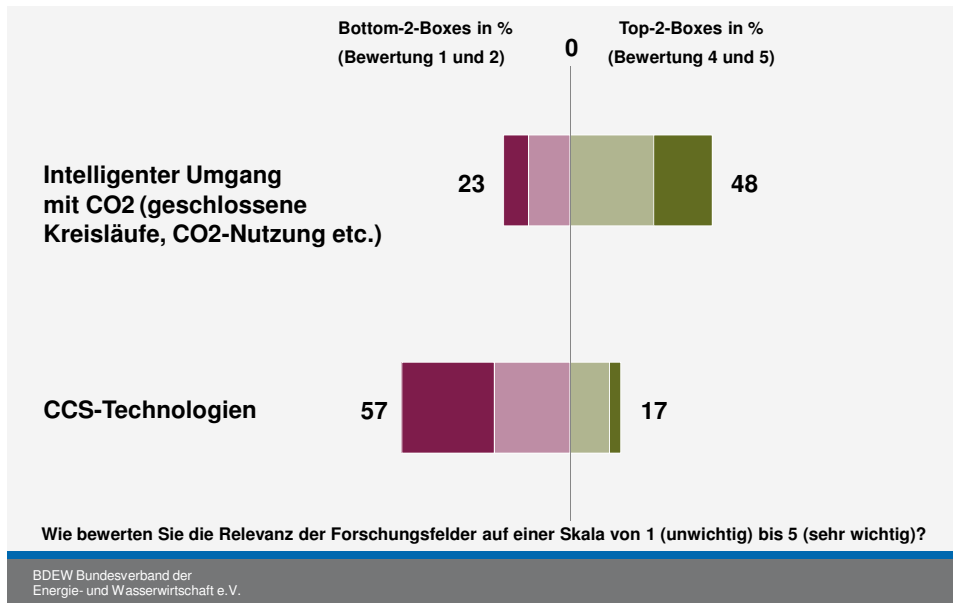


#### Konventionelle Kraftwerkstechnik

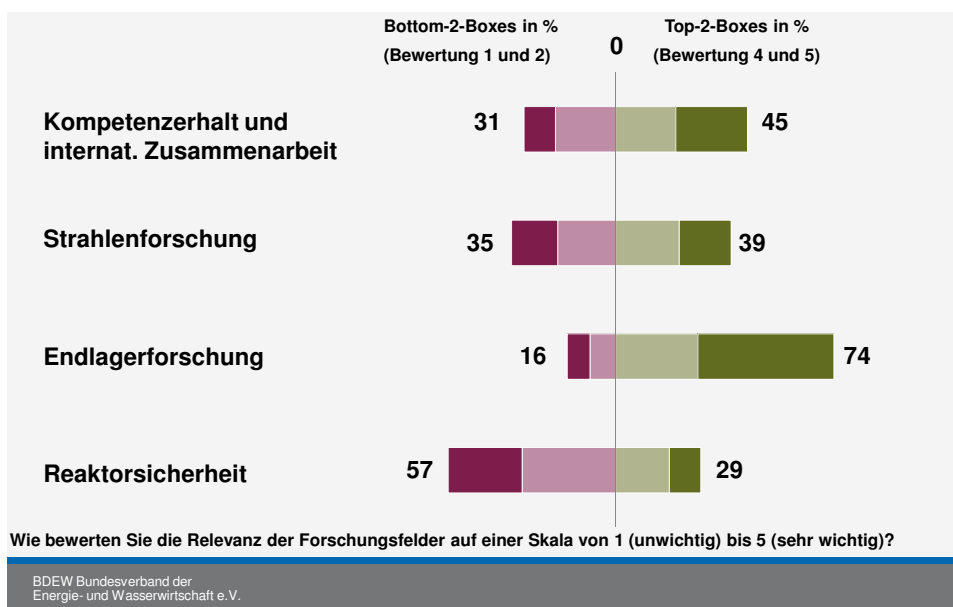




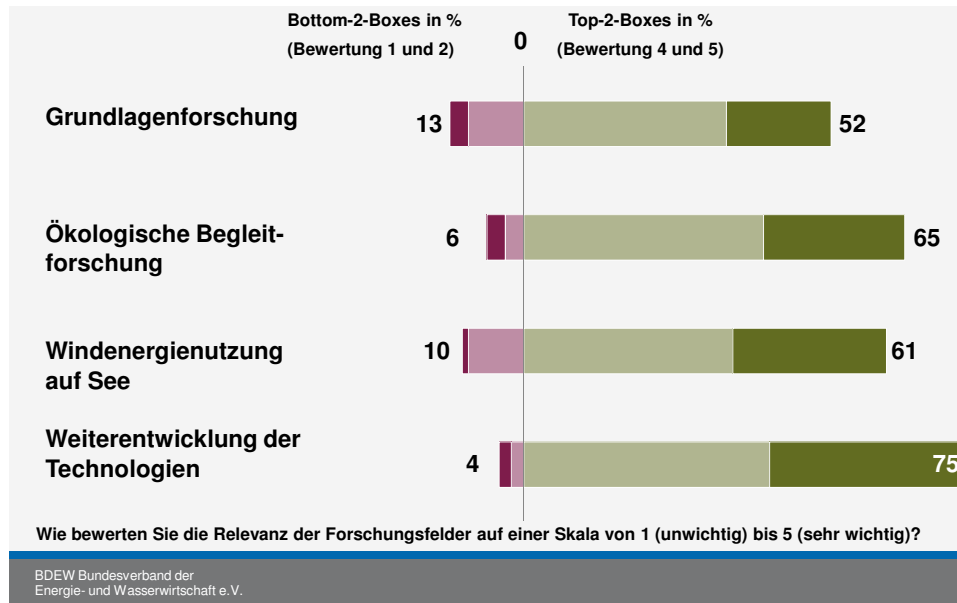
## Umgang mit Kohlendioxid



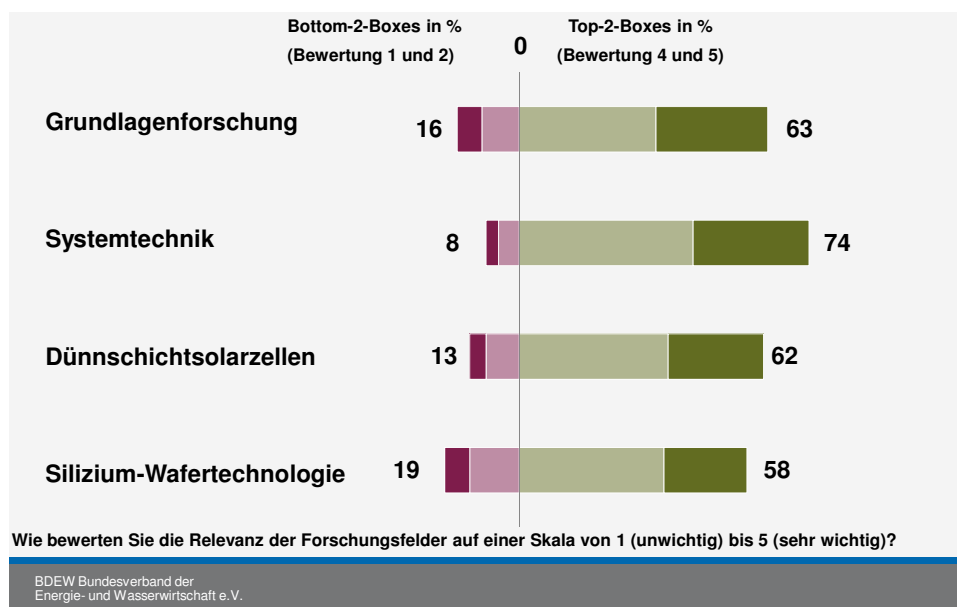
## Nukleare Sicherheits- und Endlagerforschung



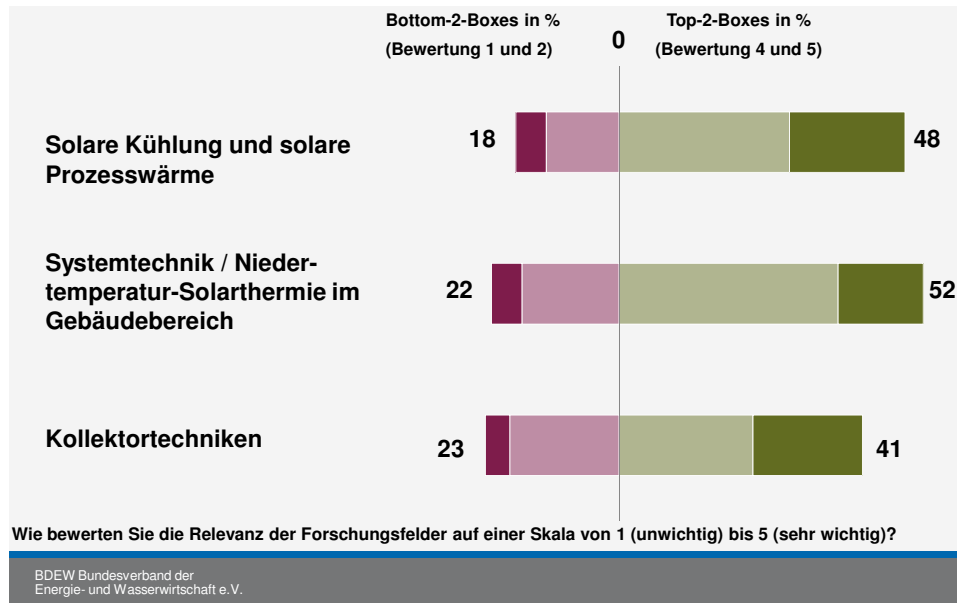
## Windenergie



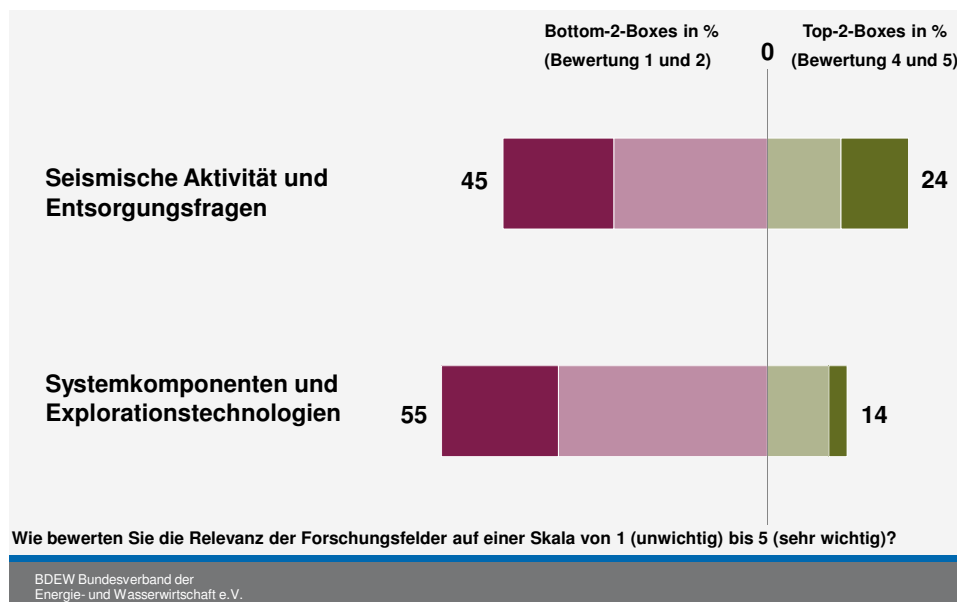
## Photovoltaik



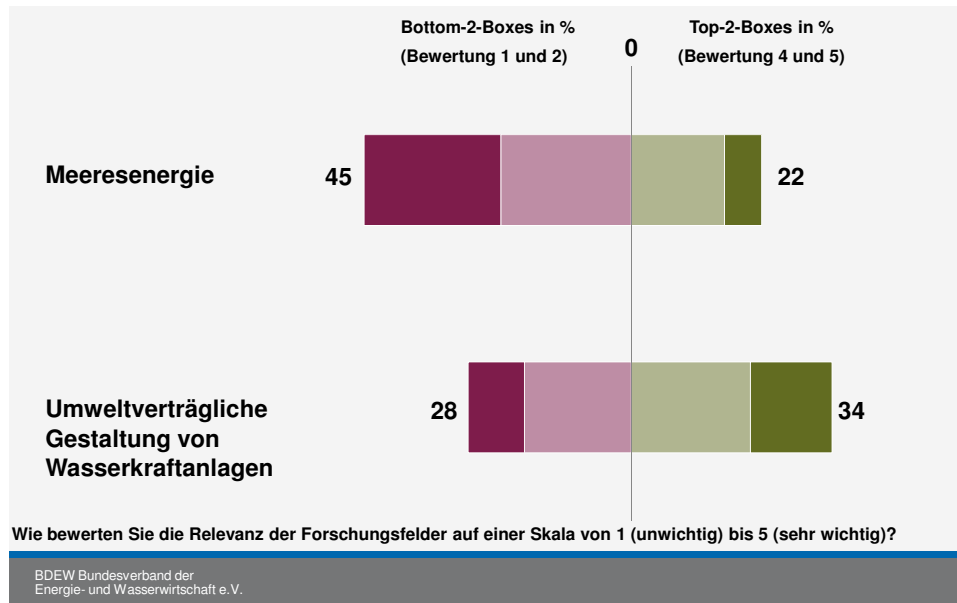
## Niedertemperatur-Solarthermie



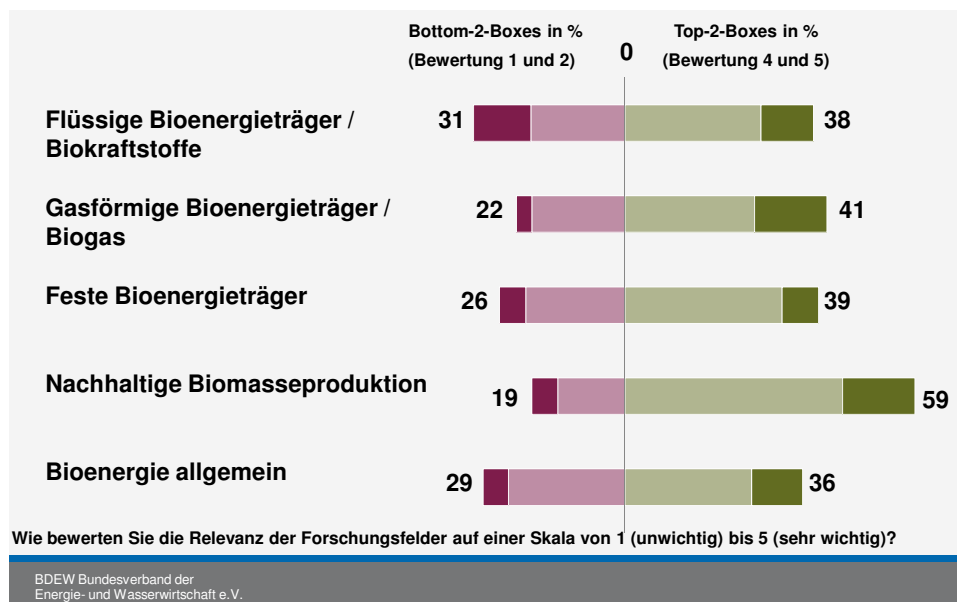
## Tiefe Geothermie



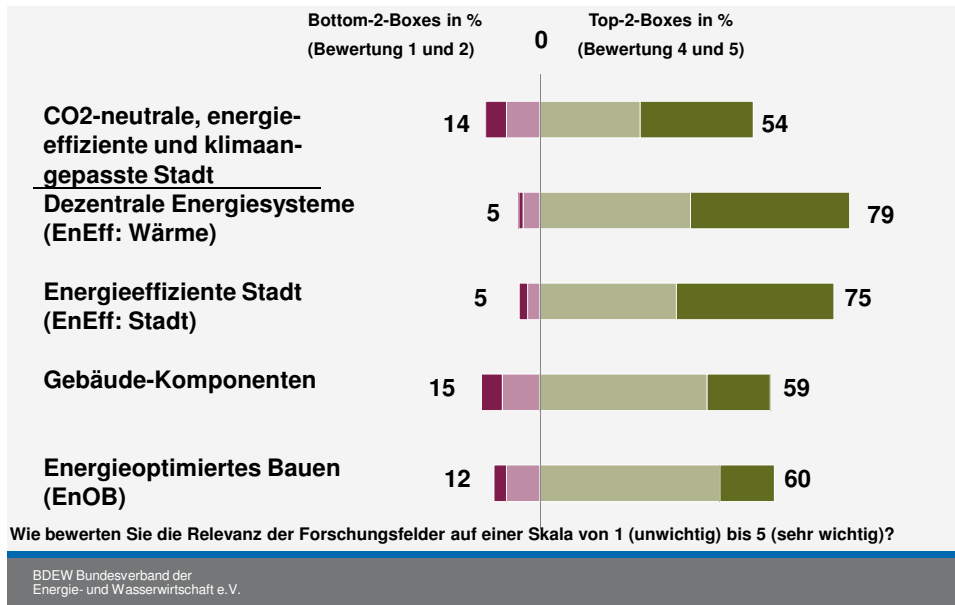
## Wasserkraft und Meeresenergie



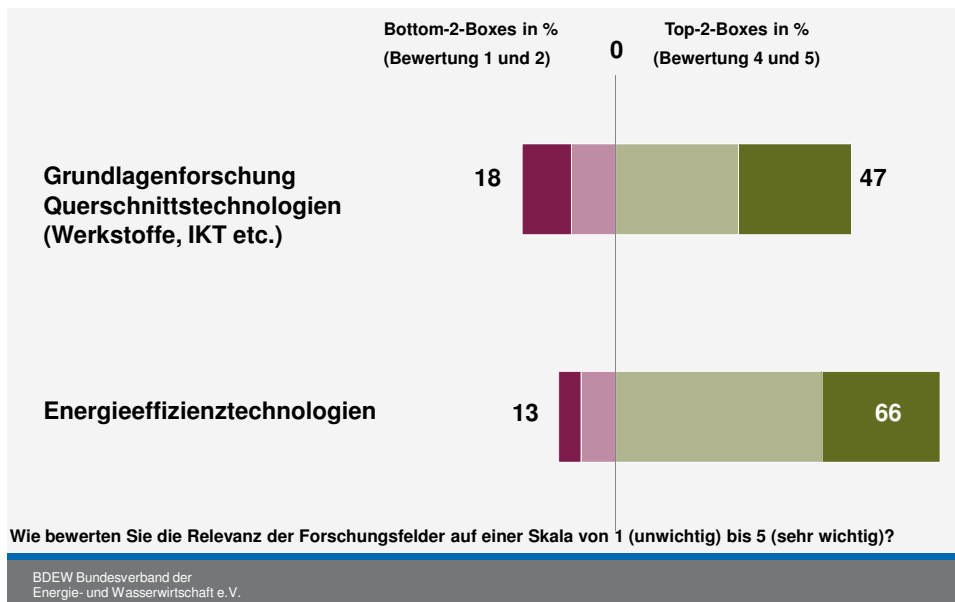
## Bioenergie



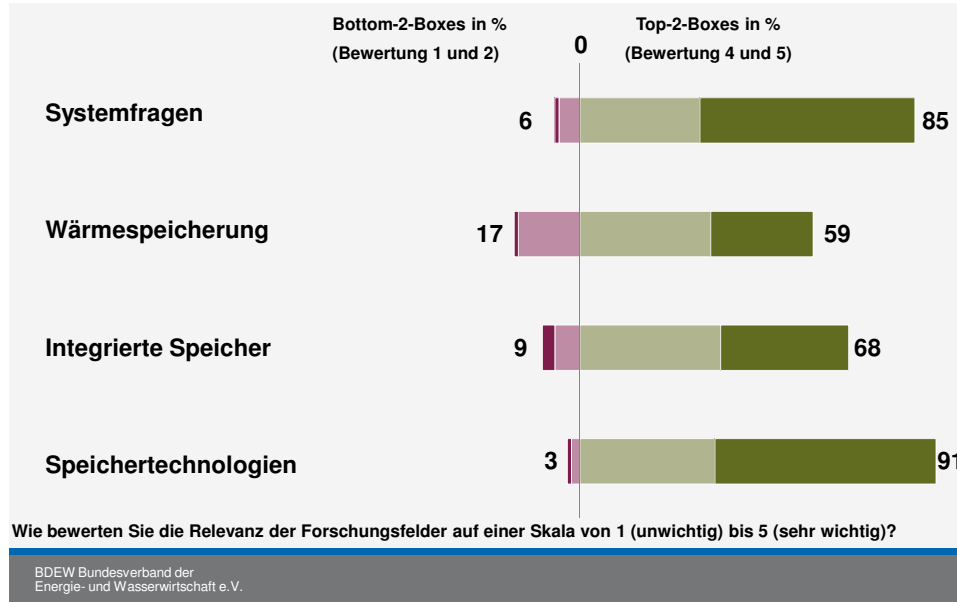
## Gebäude und Stadt



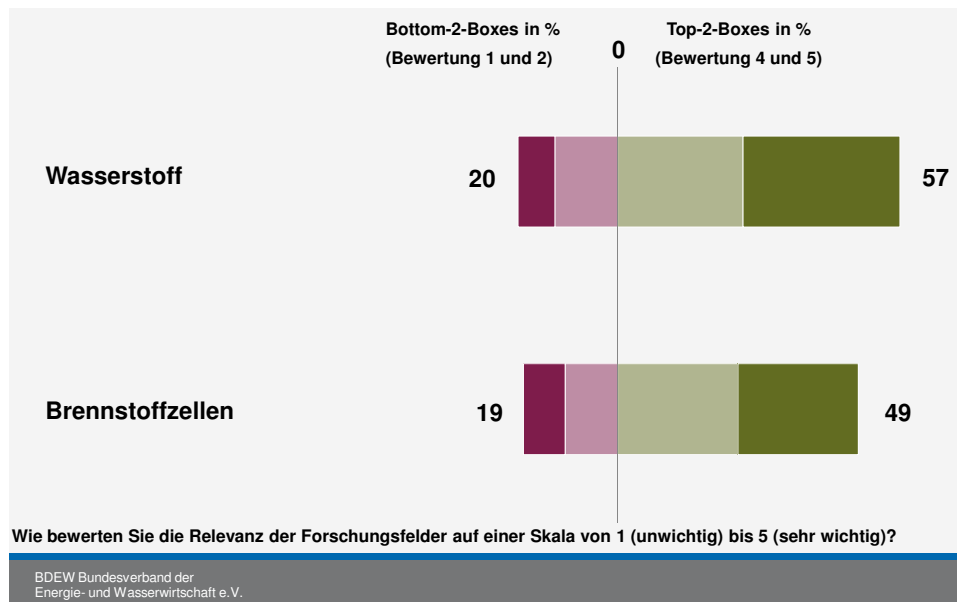
## Energieeffizienz Industrie und im GHD



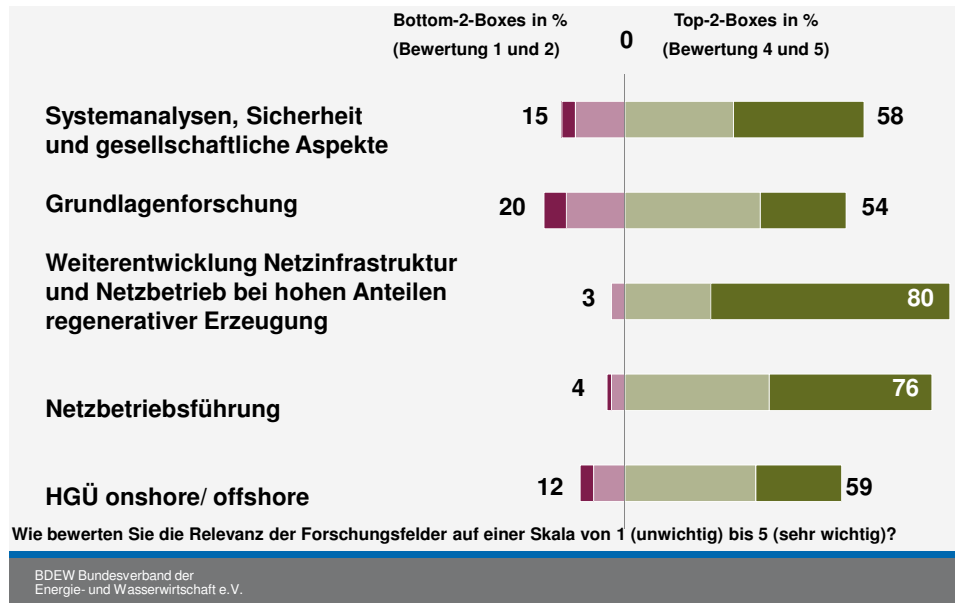
## Energiespeicher



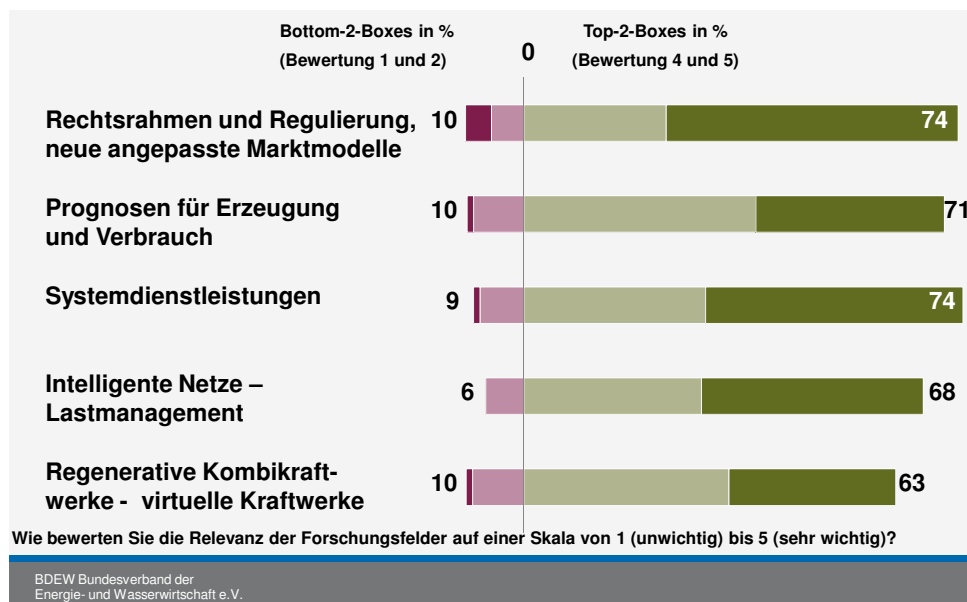
## Wasserstoff und Brennstoffzellen



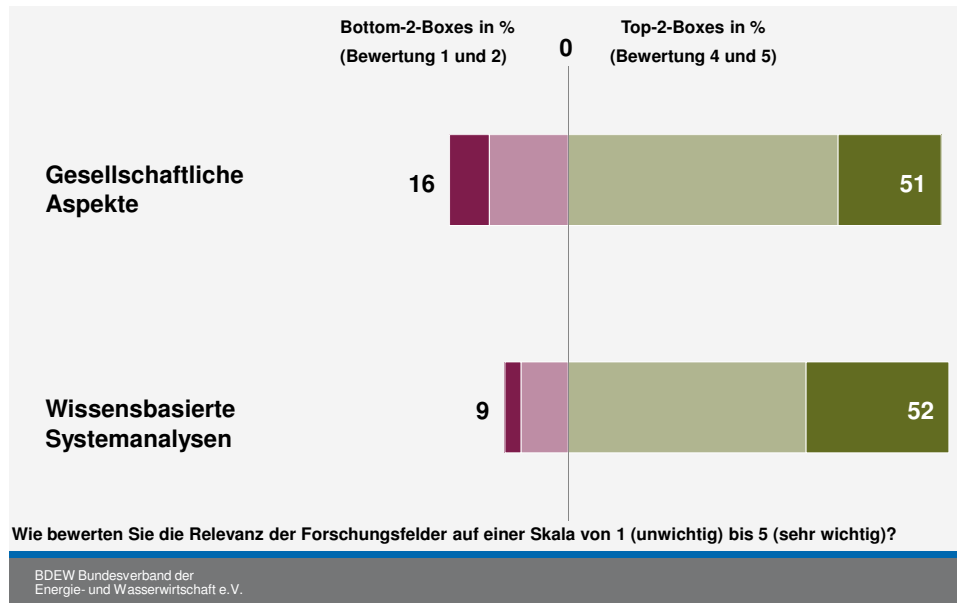
## Energienetze



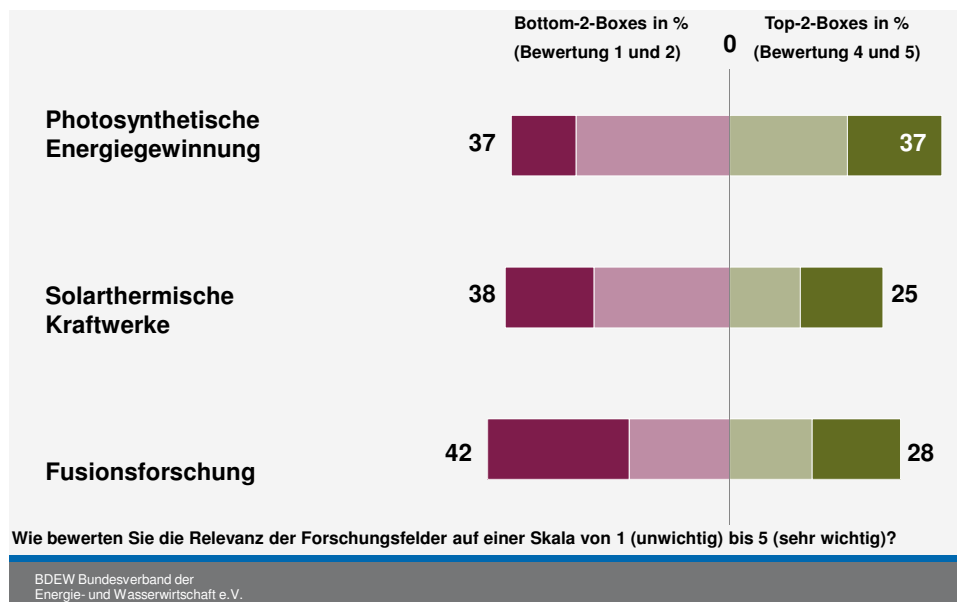
## Integration erneuerbarer Energien und regenerative Energieversorgungssysteme



## Systemische und gesellschaftliche Aspekte



## Fusionsforschung, Solarthermie und Photosynthetische Energiegewinnung





**Ansprechpartner:**

Michael Nickel  
Geschäftsbereich Strategie und Politik  
Leiter der Abteilung Volkswirtschaft  
Telefon: +49 30 300199-1600  
michael.nickel@bdew.de